



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 37 41 195.0
②② Anmeldetag: 4. 12. 87
④③ Offenlegungstag: 2. 2. 89

G 01 M 11/08
G 01 N 33/36
G 02 B 3/00
D 06 H 3/08

DE 3741 195 A1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
23.07.87 DE 37 24 350.0

⑦① Anmelder:
Birkle, Gebhard, 7750 Konstanz, DE

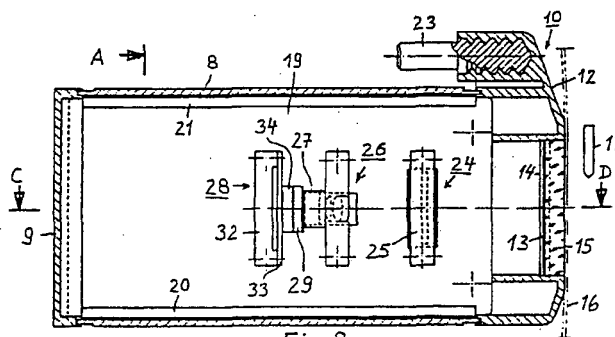
⑦④ Vertreter:
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 6800
Mannheim

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Qualitätskontrolle eines flächigen Objektes, insbesondere zur Fehlererkennung bei textilen Stoffen, und Vorrichtung hierzu

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Qualitätskontrolle eines flächigen Objektes, insbesondere zur Fehlererkennung, mittels einer optischen Absteleinrichtung und einer Lichtquelle, die beide als Ganzes bezüglich des Objektes relativ bewegbar sind und mit einer lichtelektrischen Auswerteinrichtung für das vom Objekt herrührende reflektierte oder transmittierte Licht, wobei das Objekt zeilenweise in Abtastlinien nacheinander abgetastet wird, so daß das erhaltene elektrische Signal ein Zeilensignal ist. Die Abstände (ZA) der Abtastlinien (Z1, Z2, Z3, Zn) sind äquidistant so gewählt, daß eine vorgegebene Anzahl (Zn) von Abtastlinien bei gegebener Relativgeschwindigkeit des Objektes die kleinstmögliche auftretende Fehlerstelle (F) überschneidet. Aus einer Mehrzahl von je Z Zeilensignalen (ZS) wird mittels Integration ein Summensignal (IS) gebildet. In Richtung der Bewegungsrichtung des flächigen Objektes erfolgt die Integration jeweils von Z Zeilensignalen (ZS), wobei in der Zeile quer zur Bewegungsrichtung des Objektes das Signal unverzerrt bleibt und das aktuelle Summensignal (IS) einer Schwellwert- und/oder Zähloperation unterworfen wird.



DE 3741 195 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätskontrolle eines flächigen Objektes, insbesondere zur Fehlererkennung bei textilen Stoffen oder Papierbahnen, mittels einer optischen Abtasteinrichtung und einer Lichtquelle, die beide als Ganzes bezüglich des Objektes relativ bewegbar sind und mit einer lichtelektrischen Auswerteeinrichtung für das vom Objekt herrührende reflektierte oder transmittierte Licht, wobei das Objekt zeilenweise in Abtastlinien nacheinander abgetastet wird, so daß das erhaltene elektrische Signal ein Zeilensignal ist, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) die Abstände (ZA) der Abtastlinien ($Z1, Z2, Z3, Z_n$) sind äquidistant so gewählt, daß eine vorgegebene Anzahl (Z_n) von Abtastlinien bei gegebener Relativgeschwindigkeit des Objektes (1) die kleinstmöglich auftretende Fehlerstelle (F) überschneidet,
 - b) aus einer Mehrzahl von je Z Zeilensignalen (ZS) wird mittels Integration ein Summensignal (IS) gebildet,
 - c) die Integration jeweils von Z Zeilensignalen (ZS) erfolgt in Richtung der Bewegungsrichtung des flächigen Objektes (1), wobei in der Zeile quer zur Bewegungsrichtung des Objektes (1) das Signal unverzerrt bleibt,
 - d) das aktuelle Summensignal (IS) wird einer Schwellwert- und/oder Zähloperation unterworfen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vom aktuellen Summensignal (ZS) das um Z Takte zurückliegende Zeilensignal (ZS) subtrahiert und dergestalt ein Integrationssignal (IS) erhalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Integrationssignal (IS) analog oder digital verarbeitet wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausschaltung von Helligkeitsschwankungen das Integrationssignal im Dunkelraum mittels eines Fensters aus der Hellfeldbeobachtung des Objektes (1) (Objekt vor hell) gewonnen wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausschaltung von Helligkeitsschwankungen des Integrationssignals mittels eines Fensters aus der Dunkelfeldbeobachtung des Objektes (1) (Objekt vor dunkel) gewonnen wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Integrationssignal mittels einer Integrationsoptik (7) gewonnen wird, indem die Oberfläche des abzutastenden Objektes (1) im Bereich der Integrationsbreite (IB) in Richtung der Bewegung (3) des Objektes als fortschreitendes Kontinuum optisch integriert und übertragen und auf die lichtelektrische Auswerteeinrichtung (5, 6) aufgegeben wird, von der als Antwort das Summensignal (IS) erhalten wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsbreite (IB) mindestens gleich dem Rapport der elementaren Bindungsmusters der Stoffbahn (1) oder dem Rapport der Papierbahn ist.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsbreite (IB) periodisch in einem bestimmten Verhältnis zur Abtastfrequenz der Auswerteeinrichtung bzw. des Sensors verändert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überlagerung von Integrationen durch Ortsverschiebung der Integrationsoptik vorgenommen wird.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Integration der gesamten Integrationsbreite (IB) eine Integrationsoptik (7) dient.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Integration von Z Zeilensignalen eine elektrische Integrationseinrichtung dient.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Integrationsoptik (7) eine Abbildungsoptik (4) angeordnet ist, die das Objekt bzw. die Stoffbahn (1) auf der Auswerteeinrichtung (5, 6) abbildet.
13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsoptik eine Linse, insbesondere Zylinderlinse, ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsoptik elektrisch-optisch schaltbare Kristalle sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) ein opakes Gehäuse (8), das ein Fenster (47) aufweist,
 - b) eine Fensterlinse (15, 36) innerhalb des Fensters (47) zur gleitenden Auflage und Führung der Bahn (16, 38), insbesondere Stoff- oder Papierbahn,
 - c) eine stabförmige Lichtquelle (37), die die Bahn (16, 38) von außerhalb des Gehäuses (8) beleuchtet,
 - d) innerhalb des Gehäuses (8)
 - d1) eine hinter der Fensterlinse angeordnete Integrationsoptik (24, 39, 39', 42) zur optischen Integration der Integrationsbreite,
 - d2) eine hinter der Integrationsoptik angeordnete Abbildungsoptik (26, 40, 40', 43)
 - d3) einen Zeilensensor (29, 41, 41', 44) oder Flächensensor zur komprimierten Abbildung der Stoffbahn (16, 38) in Richtung quer zur Zeilenachse auf dem Sensor.
16. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Fensterlinse (15, 36) der abzutastenden Breite der Bahn (16, 38) entspricht und unter Abstandshalterung derselben ein Führungselement für die Bahn mit der derselben zugewandten Oberfläche als Gleitfläche bildet.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsoptik (24, 39, 39', 43), die Abbildungsoptik (26, 40, 40', 43) und der Zeilensensor (29, 41, 41', 44) der abzutastenden Breite der Bahn (16, 38) entsprechen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik aus einer transparenten Kunststoffleiste (43) besteht, an der zeilenförmig sphärische und/oder zylindrische Bre-

chungsflächen (46) angeformt sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik aus einer faseroptischen Linse besteht.

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik aus einer Fresnellinse besteht, insbesondere mit einer streifenförmigen Unterteilung der Abbildung quer zur Bewegungsrichtung der Bahn.

21. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Brechungsindex der Integrationsoptik veränderbar ist.

22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortsverschiebung der Integrationsoptik Piezoverstellelemente vorhanden sind.

23. Vorrichtung nach einem oder beiden der Ansprüche 16 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik ein mehrlinsiges System von wenigstens einer Zylinderlinse ist, in welches die Integrationsoptik integriert ist.

24. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor mit einem Abdeckglas abgedeckt ist, welches als Integrationsoptik ausgestaltet ist, z. B. in Form einer Zylinderlinse.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Fensterlinse gleichzeitig als Integrationsoptik ausgeführt ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Fensterlinse eine bikonvexe Zylinderlinse ist.

27. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine ungleichförmige Verdichtung bzw. Integration erfolgt zur verstärkten Hervorhebung bestimmter Abbildungsbereiche der Bahn, insbesondere von Randzonen.

28. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der Fensterlinse ein Graufilter mit einem vorgegebenen Grauwertverlauf angeordnet ist.

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Qualitätskontrolle eines flächigen Objektes, insbesondere zur Fehlererkennung bei textilen Stoffen, mittels einer optischen Abtasteinrichtung mit einer Lichtquelle, die beide als Ganzes bezüglich des Objektes relativ bewegbar sind und mit einer lichtelektrischen Auswerteeinrichtung für das vom Objekt herrührende reflektierte oder transmittierte Licht, welches in elektrische Signale umgesetzt wird, wobei das Objekt zeilenweise in Abtastlinien nacheinander abgetastet wird, so daß das erhaltene elektrische Signal ein Zeilensignal ist; ebenso betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

Um Objekte und deren Oberflächen optisch zu erkennen oder zu messen, sind mechanische Lichtablenker mit Winkelablenkung und lineare Lichtablenker bekannt. Dabei ist eine Lichtablenkung zwingend erforder-

lich, wenn in der x - y -Ebene eine Wirkung oder eine Veränderung vorgenommen werden soll. Zum Stand der Technologie der Ablenkssysteme für Licht sei auf die Veröffentlichungen von Klaus Tradowsky: "Stand der Technologie der Ablenkssysteme für Licht", Berlin, November 1980 und: "Möglichkeiten zukünftiger Entwicklungen von Lichtablenksystemen in Industrie und Forschung", Berlin, Juni 1981, beide veröffentlicht von VDI-Technologie-Zentrum Physikalische Technologien, 4000 Düsseldorf, verwiesen.

Zur Erkennung z. B. von Fehlern in Oberflächen von kontinuierlich fortbewegten Materialbahnen ist durch die DE-OS 28 36 280 ein rotierendes Spiegelsystem mit elektromotorischem Antrieb eines Polygonspiegels aus Spiegelrad und Hohlspiegel bekanntgeworden, mit einer Lichtsendeanordnung, die auf der Bahn einen Abtastlichtfleck erzeugt, der eine periodische Abtastbewegung in einer von der Laufrichtung der Bahn abweichenden Richtung ausführt und mit einer photoelektrischen Lichtempfangsanordnung, die das von der Bahn reflektierte oder hindurchgehende Abtastlicht aufnimmt. Derartigen Spiegelsystemen haften die Nachteile an, daß die Herstellung der Spiegel aufwendige Verfahren benötigt, um die notwendige Genauigkeit und Güte der spiegelnden Oberflächen zu erreichen. Durch geringste Unwucht in den Lagern werden dieselben stark abgenutzt, wodurch die Geradlinigkeit der Ablenkung und die Gleichmäßigkeit der Bewegung erheblich gestört werden. Darüber hinaus sind mittels der Drehspiegel keine höheren Geschwindigkeiten als ca. 100 U/s zu erreichen, da bei höheren Geschwindigkeiten des Spiegelrades schon Verformungen der Spiegelflächen auftreten.

Durch die DE-OS 21 31 697 ist eine Vorrichtung zum Prüfen der Oberfläche bewegter Bahnen bekanntgeworden, die eine Einrichtung besitzt, die das von einem Laser emittierte Licht veranlaßt, die Bahn mit einem Leuchtfleck vorherbestimmter Abmessungen quer zur Bewegungsrichtung der Bahn zu bestreichen und mit einer Photodetektoreinrichtung und einer Einrichtung zum Zusammenfassen des beim einmaligen, geradlinigen Bestreichen der Bahn anfallenden reflektierten Lichtes und zum Abbilden desselben auf der Detektor- und Auswerteeinrichtung.

Des weiteren ist durch die DE-OS 24 62 346 eine Vorrichtung zur Überwachung einer Materialbahn auf Fehlerstellen bekanntgeworden, bei der ein über die Breite der Materialbahn quer zu deren Bewegungsrichtung abtastender Sendelichtstrahl durch eine Zylinderlinse auf die Bahn konzentriert und von der Bahn zurückgeworfenes Licht auf einen Lichtleitstab geworfen wird. Hinter der Zylinderlinse befindet sich eine weitere, schmalere Zylinderlinse, die das remittierte Licht auf den Empfangsmantelbereich des Lichtleitstabes konzentriert.

Durch die Zeitschrift "Textil Praxis international", 1987, S. 597-600, Rolf Guse: "Die in den Prozeß integrierte Prüfung als Mittel zur Qualitätssicherung", ist ein Verfahren zur On-line-Fehlererkennung an Rundstrickmaschinen bekanntgeworden, bei der eine innerhalb der Rundstrickmaschine angeordnete längliche Leuchtstoffröhre ihr Licht durch das Gestrick auf eine Fresnel-Linse wirft, die das Licht gebündelt auf eine rotierendes Spiegelrad wirft, von dem es auf eine Sammellinse und auf eine Fotodiode fällt, deren Empfindlichkeit der Transparenz der Strickware angepaßt ist. Dieses Verfahren besitzt den Nachteil, daß Helligkeitsunterschiede zu Verfälschungen des Signals der Fotodiode führen. Insbesondere ist die Anordnung nicht vor schädlichem

Streu- und Auflicht geschützt, weshalb Licht aus dem Raum auf die Optik fallen kann. Streulicht aus dem Raum bedeutet gleichermaßen einen Anteil Auflicht auf die Prüfstelle, wobei im Auflicht alle Fasern streuen, was zu Verfälschungen führt.

Technische Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß der genannten Gattung zu schaffen, mit dem Signalmuster erzeugt werden können, die eine redundante und exakte Differenzierung kriterienspezifischer Zustände der Oberflächenbeschaffenheit eines Objektes, insbesondere von Stoffbindungen und andere rapporthaltige Strukturen von Bahnen, wie Tapetenbahnen, ermöglichen, wobei prüfneutrale Stoffdichteschwankungen nicht als Fehler interpretiert werden dürfen. Hingegen sollen Bindungs- oder Rapportfehler, insbesondere Rund- und Langfehler, offen und/oder geschlossen und einzeln oder in Serie, sowie Streufehler, wie Löcher und/oder Verdickungen, sicher erkannt werden. Insbesondere sollen Helligkeitsschwankungen, Streulicht und Auflicht auf dem Objekt ausgeschaltet werden und keinen Einfluß mehr auf die elektrische Auswertung nehmen können.

Darstellung der Erfindung und deren Vorteile

Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß im Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in den Unteransprüchen 10, 11 und 15, weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt eine Reihe von hervorstechenden Vorteilen, in dem mit demselben praktisch sämtliche auftretenden kriterienspezifischen Zustände der Oberflächenbeschaffenheit eines Objektes, insbesondere Stoffbindungen oder Rapporte von Stoff- oder Tapetenbahnen, detektiert werden können. Dabei können spurenförmige Fehler quer und längs zur Vorschubrichtung, als auch lokale punkt- oder flächenförmige Fehler, wie Löcher und Verdickungen, als auch Rapportfehler von Tapetenbahnen, sicher erkannt werden. Insbesondere können die kritischen, schmalverlaufenden Fehler in einer Stoffhaupttrichtung, längs oder quer, sicher erkannt werden. Ebenso werden Dünnstellen mit länglichem Verlauf in einer Stoffhaupttrichtung sicher von streuenden, prüfneutralen Dünnstellen unterschieden. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß prüfneutrale Stoffdichteschwankungen nicht als Fehler interpretiert werden.

Zur Integration nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können elektronische oder optische Integrationseinrichtungen zur Anwendung gelangen. Wird eine elektronische Integrationseinrichtung verwendet, so werden jeweils Z diskrete Zeilensignale bei vorzugsweise gleichen Abtastabständen integriert, die separat pro Zeile gewonnen werden. Hier ist ein exakter Bezug zwischen dem Materialvorschub quer zur Zeile und der Abtastfrequenz, d. h. ein konstanter Geschwindigkeitsbezug, notwendig.

Wird eine Integrationsoptik verwendet und somit eine optische Integration durchgeführt, so besitzt das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß die gesamte Integrationsbreite ohne Auflösung in eine Mehrzahl von Zeilen als kontinuierliches Integrationsfeld als

Kontinuum integriert wird, weshalb ein exakter Bezug zwischen Materialvorschub quer zur Zeile und Abtastfrequenz nicht notwendig ist. Das Verfahren der optischen Integration funktioniert sowohl bei stehender Vorrichtung bzw. bei stehendem abzutastenden Objekt; die Abtastfrequenz darf nur eine gewisse untere Grenzfrequenz nicht unterschreiten.

Bei Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Vorteile gegeben, daß Helligkeits- und Lichtintensitätsschwankungen ausgeschaltet sind, weil das Verfahren erfindungsgemäß entweder eindeutig im Dunkelraum mit Hellfeldbeobachtung oder umgekehrt im Dunkelfeld arbeitet. Denn mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist als der eigentliche Kern die gewünschte signifikante Kontrastvervielfachung bzw. Kontrasterzeugung möglich.

Bezüglich der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens dient insbesondere eine Integrationseinrichtung zur Integration von Z Zeilensignalen, wobei die Integrationseinrichtung eine Integrationsoptik ist und somit ein Kontinuum statt diskreter Zeilen integriert wird. Die hierfür insbesondere in Patentanspruch 16 beschriebene Vorrichtung besitzt den Vorteil, daß mit dieser Lichtintensitäts- und Helligkeitsschwankungen kompensiert werden. In vorteilhafter Weise arbeitet die Vorrichtung entweder im Hellfeld oder im Dunkelfeld und wirkt somit als Kamera, die vorzugsweise eine Hellfeldbeobachtung mit Dunkelraum ist. Ebenso kann allerdings auch in umgekehrter Weise im Dunkelfeld gearbeitet werden. Die Gerätegestaltung in Verbindung mit einer Hellfeldbeobachtung hat den Vorteil, daß kein kontrastminderndes Streulicht aus dem Raum auf die lichtempfindlichen Teile der Vorrichtung fallen kann. Dadurch wird verhindert, daß an der Stelle des Fensters bzw. der Fensterlinse sich Auflicht störend bemerkbar macht. Da Fasern im Auflicht streuen, ist es notwendig, insbesondere Auflicht zu vermeiden und vorteilhaft nur mit Durchlicht zu arbeiten. Dabei können ein oder mehrere Funktionselemente der Integrationsoptik zwischen dem Objekt und einer Abbildungsoptik zwischen Bahn bzw. Stoff und Objektiv oder zwischen Abbildungsoptik und der Auswerteeinrichtung (Bildebene) bzw. zwischen Objektiv und einer Diodenzeile angeordnet sein. Zweckmäßigerweise kann die Fensterlinse als Integrationselement ausgeführt sein, z. B. in Form einer bikonvexen Zylinderlinse. Ebenso ist es möglich, das Abbildungsobjektiv als mehrliniges System auszugestalten, in welches die Integrationsoptik integriert ist. Ebenso kann ein Abdeckglas des Sensors vorhanden sein, das als integrierendes Element ausgestaltet ist, z. B. in Form einer Zylinderlinse.

Obwohl sich bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Anwendung von zylinderförmigen optischen Integrationselementen als zweckmäßig erwiesen hat, ist das Verfahren nicht an eine bestimmte Linsen- oder Spiegelform gebunden. Während die Zylinderlinse weitgehend eine gleichmäßige Informationsverdichtung bzw. Integration in Bewegungsrichtung der Bahn quer zur Abtastlinie bewirkt, können für das erfindungsgemäße Verfahren auch andere Verdichtungscharakteristika zur Anwendung kommen, die gleichmäßige Verdichtung bzw. Integration, z. B. verstärkte Verdichtung von Randbereichen bewirken; eine sogenannte "Entartung" der Verdichtungscharakteristika zur Überlagerung von getrennten Objektbildern ist dadurch ebenfalls zu erzielen. Derartige Variationen zur Durchführung der Verdichtung bzw. Integration können mittels Linsenelementen oder Spiegelementen oder Pris-

menelementen durchgeführt werden. Ebenso können Linsenelemente als Fresnellinsen ausgestaltet sein, z. B. mit bemessener, streifenförmiger Unterteilung der Abbildung quer zur Abtastrichtung.

Des weiteren sind erfindungsgemäß die Vorteile einer hohen Signalverarbeitungsgeschwindigkeit bei der kumulativen Addition des aktuellen Zeilensignals, eventuell ergänzt um die Subtraktion des um Z -Takte zurückliegenden Zeilensignals vorhanden. Da in der Auswerteeinrichtung nur das aktuelle Integrationssignal weiterverarbeitet wird, z. B. mittels Schwellwert- und/oder Zähloperation, ist die Komplexität der weiteren elektronischen Signalverarbeitungsstrecke reduziert, wodurch sich eine erhöhte Signalverarbeitungsgeschwindigkeit für das gesamte System ergibt.

Hervorzuheben ist ebenfalls, daß das Verfahren und die danach arbeitende Vorrichtung höchst preiswert gegenüber bekannten Fehlererkennungssystemen durchzuführen und herzustellen sind, so daß zum ersten Mal eine Vorrichtung zur Qualitätskontrolle von flächigen Objekten, insbesondere Stoffbahnen, zur Verfügung gestellt wird, die bei günstigen Kosten zur Massenherstellung geeignet ist.

Zur Dynamisierung des Verfahrens ist es zweckmäßig, den Integrationsfaktor bzw. die Integrationsbreite zu beeinflussen, z. B. periodisch in einem bestimmten Verhältnis zur Abtastfrequenz der Auswerteeinrichtung bzw. des Sensors oder gesteuert bzw. in Rückkopplung zur Signalverarbeitung. Auf diese Weise ist es möglich, im Wechsel mit zwei verschiedenen Integrationsfaktoren abzutasten, um dabei nach unterschiedlichen Kriterien zu prüfen, z. B. nach Bindungs- und nach Farbkriterien.

Die Dynamisierung des Verfahrens kann durch Beeinflussung des Brechungsindex an Elementen der Integrationsoptik durch Anwendung des elektro-optischen und/oder des akusto-optischen Effektes erfolgen. Ebenso kann eine Dynamisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens durch eine überlagerte Integration mittels Ortsverschiebung von optischen Systemelementen, z. B. mittels Piezoverstellelementen, bewerkstelligt werden. Ebenso kann die Integrationsoptik mittels optisch schaltbarer Kristalle ausgeführt sein. Die Integrationsoptik kann auch dergestalt ausgeführt sein, daß die Brennweite oder die Oberflächenkontur oder die Materialdichte derselben veränderbar sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Es zeigt

Fig. 1 ein Bindungsmuster einer Stoffbahn mit einer Fehlerstelle F zur Darstellung der Linienabtastung in Abtastlinien $Z1$ bis Zn , wobei im Schema vier Abtastlinien gezeigt sind,

Fig. 2 die vier Zeilensignale $ZS1$ bis $ZS4$ in der Z -Koordinate als Ergebnis der Abtastung der Abtastlinien $Z1-Z4$, wobei die Grundmuster GM klar von den Fehlermustern FM unterschieden werden können,

Fig. 3 das erfindungsgemäß gebildete Summensignal IS gemäß $(1-Z)$ der Y -Werte mit einer Spannungsschwelle SU zur Fehlerdetektion,

Fig. 4 eine sphärische Linsenoptyk, die die Stoff-Fläche im Bereich der Fehlerstelle F auf eine Auswerteeinrichtung, wie Zeilensensor, abbildet,

Fig. 5 das von den Komponenten nach Fig. 4 erzeugte Zeilensignal eines Scans, in dem die Fehlerstelle praktisch nicht zu detektieren ist,

Fig. 6 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung

mit einer Integrationsoptik, die z. B. vor der Abbildungseinrichtung angeordnet ist und ein Kontinuum integriert,

Fig. 7 das aus der Fig. 6 gewonnene Summensignal IS ,

Fig. 8 einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit optischer Integrationseinrichtung,

Fig. 9 einen um 90 Grad gedrehten Längsschnitt längs der Schnittlinie $C-B$ in Fig. 8,

Fig. 10 einen Querschnitt durch Fig. 8 längs der Schnittlinie $A-B$,

Fig. 11 eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung in schematischer Ansicht,

Fig. 12 einen Schnitt durch die Vorrichtung der Fig. 11 längs der Schnittlinie $A-B$,

Fig. 13 eine schematische Gerätestruktur für größere Abtastlängen, wobei zwei Anordnungen gemäß Fig. 11 in einem Gehäuse integriert sind und

Fig. 14 eine schematische Gerätestruktur für größere Abtastlängen, wobei die Abbildungsoptik aus einer transparenten Kunststoffleiste besteht, an der zeilenförmig sphärische und/oder zylindrische Brechungsflächen angeformt sind.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anschließend anhand der Fig. 1—3 prinzipiell für eine diskrete Zeilenabtastung erklärt. Eine Stoffbahn 1 besitzt ein bestimmtes Bindungsschema, welches in vereinfachter Weise schematisiert ist, wobei sich innerhalb der Stoffbahn eine Fehlerstelle F befindet. Über die Stoffbahn 1 wird ein Lichtband in einer Linie gelegt, wobei die Abtastlinien $Z1-Zn$ äquidistante Abstände voneinander haben und die Fehlerstelle F überschneiden. Die in Fig. 1 gezeigte Schräge der Abtastlinien $Z1-Zn$ entspricht z. B. einem vorhandenen Stoffverzug. Mit der Bezeichnung EA/SA ist die Bild-/Signalauflösung bezeichnet; der Zeilenabstand zweier aufeinander folgender Abtastlinien beträgt ZA . Die Integrationsbreite IB umfaßt immer eine vorgegebene Anzahl Zn von Abtastlinien, z. B. in Fig. 1 vier Abtastlinien $Z1-Z4$.

Jede Abtastlinie ergibt innerhalb der Auswerteeinrichtung ein Zeilensignal ZS , wobei diese Signale der Auswerteeinrichtung in Fig. 2 räumlich in der Z -Koordinate aneinandergereiht sind. Mit der Bezeichnung GM ist das Grundmuster, mit der Bezeichnung FM das Fehlermuster gekennzeichnet. Die Zeilensignale mit garnspezifischen Elementen im Grundmuster zeigen in ihrer Folge ($ZS1-ZS4$) das typische Grundmuster GM und bei Fehlerüberschneidung das Fehlermuster FM . Von Zeilensignal zu Zeilensignal sind die garnspezifischen Elemente des Grundmusters verändert, sowohl in ihrem Ort auf der X -Koordinate, als auch in ihrer Feinstruktur und Amplitude. Demgegenüber behält das Fehlermuster seine Phasenlage.

Addiert man die Y -Werte (Y über Inkrementen von X) der Zeilensignale $ZS1-ZS4$, so erhält man gemäß Fig. 3 ein Summensignal IS . Zwischen Grundmuster und Fehlermuster entsteht ein hoher Kontrast mit scharfen, lageanalogen Übergängen zum Grundmuster. Das sogenannte "Stoffrauschen" wird durch Kompensation reduziert und der Fehlermuster-Pegel durch Addition vervielfacht gemäß der Formel:

$$IS = \sum (1 - Zn)$$

In Fig. 3 ist z. B. ein Summensignal IS gezeigt, das an

einem Stoff aus einer Schar von Zeilensignalen gemäß der Fig. 2 gebildet wurde. Die Integrationsbreite *IB* in Fig. 1 beträgt z. B. ca. 2 mm, die Bildauflösung ca. 0,2 mm. Ausgehend von einem konstanten Bezug zwischen Zeilenfrequenz und Stoffversatz (Bahngeschwindigkeit) wird erfindungsgemäß ein Summensignal *IS* aus 1 bis *Zn* Zeilensignalen aktualisiert, z. B. durch kumulative Addition des aktuellen Zeilensignals und Subtraktion des um *Zn* Takte zurückliegenden Zeilensignals; je Linienabtastung bzw. Zeilensignal wird das aktuelle Summensignal *IS* danach weiterverarbeitet, z. B. einer Schwellwertoperation oder einer Zähloperation unterworfen. Dabei beschreibt *Zn* die Zahl der permanent für die Signalverarbeitung in Betracht genommenen Zeilensignale, also die Anzahl der Zeilensignale, die innerhalb einer Integrationsbreite *IB* integriert bzw. verdichtet werden. Die Weiterverarbeitung des aktuellen Summensignals *IS* kann insbesondere auf der Basis von Schwellwertoperationen u. a. zweckmäßig realisiert werden, was durch die Schwelle *SO* in Fig. 3 angedeutet ist. Die Verarbeitung des Summensignals *IS* als Analog- oder Digitalsignal mittels diskreter Hardware ist bekannt. Prinzipiell kann die Integrationseinrichtung eine elektronische Einrichtung sein, wobei die Integration der Zeilensignale, wie oben beschrieben, und anschließende Weiterverarbeitung nur eine Frage der angewandten Elektronik ist, deren Aufwand aber erheblich wäre.

Deshalb wird vorteilhafterweise als Integrationseinrichtung eine Integrationsoptik verwendet, wobei im Unterschied zu der Erzeugung des Summensignals *IS* mittels diskreter elektronischer Verarbeitung bei der Verwendung einer Integrationsoptik, z. B. eine Zylinderlinse, nicht nur diskrete Zeilensignale aufsummiert werden, sondern es wird der Integrationsbereich *IB* lückenlos als Kontinuum erfaßt. Die Elementdichte auf der Sensorzeile 6 des Zeilensensors 5 in Fig. 6 in Verbindung mit dem Abbildungsmaßstab der Abbildungsoptik 4 bestimmt dabei die Bild- bzw. Signalauflösung entlang der Abtastlinie. Die Integrationsbreite wird zweckmäßigerweise dem Rapport des elementaren Bindungsmusters der Stoff- oder Papierbahn angepaßt.

In Gegenüberstellung zum erfindungsgemäßen Verfahren ist in Fig. 4 die Stoffbahn 1 mit der Fehlerstelle *F* gezeigt, wobei die Pfeile 2 und 3 die Stoffbeleuchtung bzw. die Bewegungsrichtung der Stoffbahn 1 darstellen. Hinter der Stoffbahn 1 in Richtung der Beleuchtung 2 befindet sich nur eine Abbildungsoptik 4, z. B. eine sphärische Linsenoptik, die die Stoff-Fläche 1 auf einem Zeilensensor 5 abbildet, der mittels einer Zeile 6 aus eng aneinandergereihten fotoelektrischen Einzelelementen, z. B. CCD-Sensor, aus dem Stoffbild 1 eine schmale Linie herausblendet. Die Breite der Abtastlinie auf dem Stoff beträgt wiederum ca. 0,2 mm. Diese Komponenten 4, 5 und 6 erzeugen von dem Stoffbild ein Zeilensignal, das in Fig. 5 dargestellt ist, aus der ersichtlich ist, daß das resultierende Fehlersignal betreffend die Fehlerstelle *F* nur schwer zu detektieren ist.

Wird nun gemäß der Fig. 6 erfindungsgemäß in den Strahlengang der Beleuchtungsquelle 2 nach der Stoffbahn 1 zum Erfassen der Integrationsbreite als Kontinuum eine Integrationsoptik 7 angeordnet, z. B. vor der Abbildungsoptik 4, so wird das Stoffmuster im Bereich der Integrationsbreite *IB* vertikal zur Linsenachse der Integrationsoptik 7 als Kontinuum integriert, d. i. optisch verzerrt, und somit vorverarbeitet und dergestalt mittels der Abbildungsoptik 4 auf die Sensorzeile 6 übertragen. In diesem Falle erhält man ein Summensi-

gnal *IS*, das in Fig. 7 dargestellt ist, wobei nunmehr das Fehlermuster eindeutig von den Grundmustern zu unterscheiden ist. Die Integrationsoptik 7 ist in der prinzipiellen Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig. 6 als Linsenoptik, z. B. als Zylinderlinse 7, ausgeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren erweitert erheblich den Anwendungsbereich von Erkennungssystemen: Es ist in seiner Anwendung nicht auf die Bildlinie bzw. Sensorzeile begrenzt; auch Objektflächen können auf Flächensensoren sinngemäß übertragen werden. Dabei können Teilflächen abgegriffen werden zur Bildung z. B. eines verschobenen Flächenkontinuums z. B. für Farbin-terpretation.

In den Fig. 8 bis 14 sind Ausführungsbeispiele von textilen Erkennungssystemen gezeigt, die mit der beschriebenen integrierenden optischen Signalvorverarbeitung arbeiten.

Gemäß den Fig. 8 bis 10 besteht ein textiles Erkennungssystem aus einem vorzugsweise rechteckigen Gehäuserohr 8, auf welches rückseitig ein Deckteil 9 aufgebracht ist, in dem eine Aussparung 18 für Bedienelemente und Leitungszuführungen angeordnet ist. Auf das Gehäuserohr 8 ist vorn ein Frontformteil 10 aufgesetzt, das einen Absatz 11 besitzt, an den sich ein länglicher, rechteckförmiger Aufnahmestutzen 12 anschließt, der an seinem vorderen Ende ein Fenster aufweist, das vorzugsweise länglich-rechteckförmig ist und in das eine lichtdurchlässige Fensterlinse 15 eingesetzt ist.

Die Fensterlinse 15 besitzt vorzugsweise eine Ausdehnung gemäß der abzutastenden Breite der Stoffbahn, wobei die Fensterlinse unter Abstandshalterung derselben ein Führungselement und eine Gleitfläche für die Stoffbahn bildet. Dadurch werden die Flaumschicht von Textilien oder Materialien, die eine solche aufweisen wie auch einzelne aus dem Materialverbund herausragende Fasern beim Hinweggleiten über die Linse in die Linsenebene gedrückt. Hinter der Linse können sich eine Rechteckblende und dahinter ein Graufilter 14 mit vorgegebenen Grauwertverlauf befinden. Die Fensterlinse 15 ist vorzugsweise als Zylinderlinse ausgeführt, über die die Stoffbahn 16 unter einer gewissen Krümmung (Fig. 9) in Richtung des Bewegungspfeils 17 gestrafft hinweggleiten kann. Innerhalb des Gehäuserohres 8 ist eine flächige Tragplatte 19 für die Optik angeordnet, oberhalb der sich eine weitere flächige Leiterplatte 22 für die Signalverarbeitung befindet. Die Tragplatte 19 ist in Führungsschienen 20, 21 verschieblich gehalten; ebenso kann die Leiterplatte 22 in Führungsnuten innerhalb des Gehäuserohres und des Deckteils 9 geeignet gehalten sein. Am Frontformteil 10 ist ein Befestigungszapfen 23 angeordnet, mit dem die gesamte Vorrichtung z. B. an einem Webstuhl oder einer Strickmaschine befestigt werden kann.

Hinter der Fensterlinse 15 ist eine Integrationsoptik zur Signalvorverarbeitung im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens angeordnet, wobei diese Integrationsoptik z. B. eine längliche Zylinderlinse 25 enthalten kann. Auf die Integrationsoptik 25 folgt eine Abbildungsoptik 26, die gemäß der Abbildungsoptik 4 der Fig. 6 funktioniert. An die Abbildungsoptik 26 schließt sich eine Abschirmhülse 27 zur Abschirmung von Störlicht zwischen Abbildungsoptik 26 und einer nachfolgenden Auswerteeinrichtung an, die z. B. ein Zeilensensor 29 entsprechen dem Zeilensensor 6 der Fig. 6 sein kann. Der Zeilensensor 29 ist Teil einer Sensorgruppe 28, bestehend aus einer Halterung 32, die eine Sensorplatte 33 trägt, auf der ein Sensorsockel 34 montiert ist,

der den Zeilensensor 29 trägt. Abbildungsoptik 26, Abschirmhülse 27 und Zeilensensor 29 bilden somit die klassische Kamera. Innerhalb des Gehäuserohres 8 werden zwischen demselben und der Leiterplatte 22 sowie der Tragplatte 19 zwei Aufnahmeräume 30 bzw. 31 zur Aufnahme der Hardware und der Signalverarbeitungselektronik einschließlich der Elektronik für den Sensorbetrieb ausgebildet.

Die Fensterlinse 15 wird längs ihrer Länge mittels einer gezeigten Lichtquelle beleuchtet, die z. B. eine stabförmige Ausdehnung besitzt und die eine Laserlichtquelle sein kann. Durch die Ausgestaltung der Fensterlinse 15 als längliche Zylinderlinse werden eine konstante Objektweite im Abbildungssystem erreicht und abstandsbedingte Lichtintensitätsschwankungen vermieden. Das Hinweggleiten der Stoffbahn 16 über die Fensterlinse 15 führt ständig zu einer Selbstreinigung der Fensterlinse und damit des nachfolgenden Abbildungssystems.

In den Fig. 11 bis 14 sind weitere schematische Anordnungen von optischen Integrationseinrichtungen gezeigt. Fig. 11 zeigt ein Gehäuse 25, welches an seinem vorderen Ende eine Fensterlinse 36 aufweist, über die wiederum eine Stoffbahn 38 gleitet, wobei die Stoffbahn mittels einer länglichen Lichtquelle 37 beleuchtet wird. Die Fensterlinse 36 kann gemäß der Fensterlinse 15 der Fig. 8 gestaltet sein. An die Fensterlinse 36 schließt sich eine Integrationsoptik 39 an, auf die eine Abbildungsoptik 40 folgt, hinter der ein Sensor 41 angeordnet ist. Somit ist die Integrationsoptik 39 zwischen der Bahn 38 (Objekt) und Abbildungsoptik 40 angeordnet.

Eine oder mehrere Funktionselemente der Integrationsoptik können aber auch zwischen der Abbildungsoptik und der Sensorfläche (Bildebene) bzw. Objektiv und Diodenzeile angeordnet sein. Aus den Fig. 11 und 12 ist ersichtlich, daß sowohl die Fensterlinse 36, wie die Integrationsoptik 39 eine Längenausdehnung besitzen, die der abzutastenden Breite der Bahn 38 entspricht.

In einer Variation zu der Ausführung gemäß den Fig. 11 und 12 kann die Integrationsoptik 39 durch einen gewölbten Umlenkspiegel ersetzt werden, wenn man z. B. den Strahlengang in Fig. 11 innerhalb des Gehäuses rechtwinklig abwinkelt. Der Umlenkspiegel kann aus einer teilverspiegelten Folie bestehen, so daß eine Objektbeleuchtung durch den Spiegel auf das Objekt möglich ist.

In Fig. 13 ist eine Ausführungsform mit verbreiterter optischer Sensorgruppe gezeigt. Innerhalb des Gehäuses 35 befinden sich zwei Einzelsysteme gemäß den Fig. 11 und 12, weshalb eine derartige Ausführung für größere Abtastlängen vorteilhaft geeignet ist. Durch eine lange Fensterlinse 36 entsprechend der Fensterlinse 36 der Fig. 11, 12 werden Stoffabschnitte der Stoffbahn 38 auf mehrere, z. B. zwei, Sensoren 41, 41' abgebildet, wobei sich die einzelnen Abschnitte etwas überlappen können.

Fig. 14 zeigt eine weitere Gerätestruktur für größere Abtastlängen. Innerhalb einem Gehäuse 45 ist wiederum eine längliche Integrationsoptik 42 angeordnet, auf die eine Abbildungsoptik 43 folgt, die z. B. eine Linsenleiste aus einer transparenten Kunststoffleiste ist, die zeilenförmig sphärische und/oder zylindrische Brechungsflächen 46 aufweist. Die Linsenleiste 43 bildet den Stoffabschnitt auf einem Zeilensensor 44 ab.

Zeilensensor 44, Linsenleiste 43, Integrationsoptik 42 und Fensterlinse 36 weisen wiederum eine Länge entsprechend der abzutastenden Breite der Stoffbahn 38 auf. Mit der Bezugsziffer 37 ist in allen Fig. 11—14 eine

Lichtquelle bezeichnet, deren Licht längs der Fensterlinse 36 auf diese fällt.

Liste der Bezugszeichen

- 1 Stofffläche mit Maschen Bindungsmuster
- 2 Stoffbeleuchtung
- 3 Bewegungsrichtung der Stoffbahn
- 4 Abbildungsoptik
- 5 Zeilensensor
- 6 Diodenzeile (CCD)
- 7 Integrationsoptik
- 8 rechteckiges Gehäuserohr
- 9 Deckelteil
- 10 Frontformteil
- 11 Absatz
- 12 rechteckförmiger Aufnahmestutzen
- 13 Rechteckblende
- 14 Graufilter
- 15 Fensterlinse
- 16 Stoffbahn
- 17 Bewegungspfeil für die Bewegungsrichtung der Stoffbahn
- 18 Anschluß- und Bedienelement
- 19 Tragplatte für die Optik
- 20, 21 Führungsschienen
- 22 Leiterplatte für die Signalverarbeitung
- 23 Befestigungszapfen
- 24 Optische Gruppe zur Signalverarbeitung im Sinne des Verfahrens
- 25 Zylinderlinse
- 26 Optische Gruppe zur Abbildung
- 27 Abschirmhülse
- 28 Sensorgruppe
- 29 Zeilensensor
- 30, 31 Aufnahmeräume für E-Hardware, Signalverarbeitung und Sensorbetrieb
- 32 Halterung
- 33 Sensorplatte
- 34 Sensorsockel
- 35 Gehäuse
- 36 Fensterlinse
- 37 Lichtquelle
- 38 Stoffbahn
- 39, 39 Zeilen-Integrationsoptik
- 40, 40 Abbildungsoptik
- 41 Sensor (CCD)
- 42 Integrationsoptik
- 43 Abbildungsoptik, z. B. Linsenleiste
- 44 Zeilensensor
- 45 Gehäuse
- 46 Brechungsflächen
- 47 Fenster
- F Fehler in der Stoffbahn
- ZA Zeilenabstand
- IB Integrationsbreite
- Z 1, Z 2, Z 3, Z 4, Z n Abtastlinien
- BA/SA Bild-/Signalauflösung
- GM Grundmuster
- FM Fehlermuster
- ΣS (1 - Z n) Summensignal
- SU Spannungsschwelle zur Fehlerdetektion

3741195

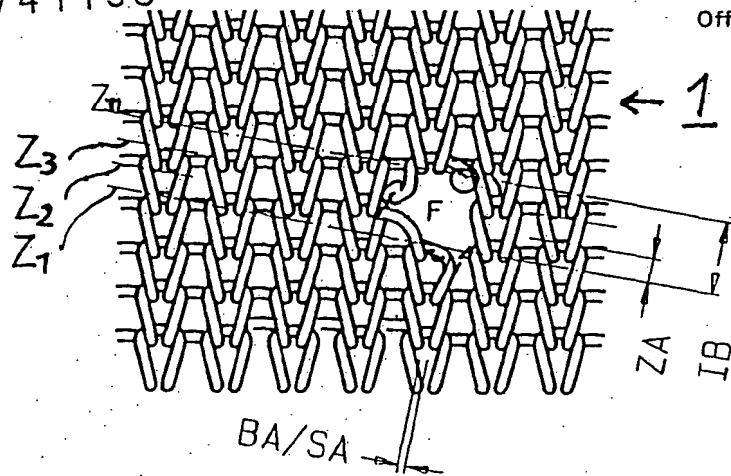


Fig. 1

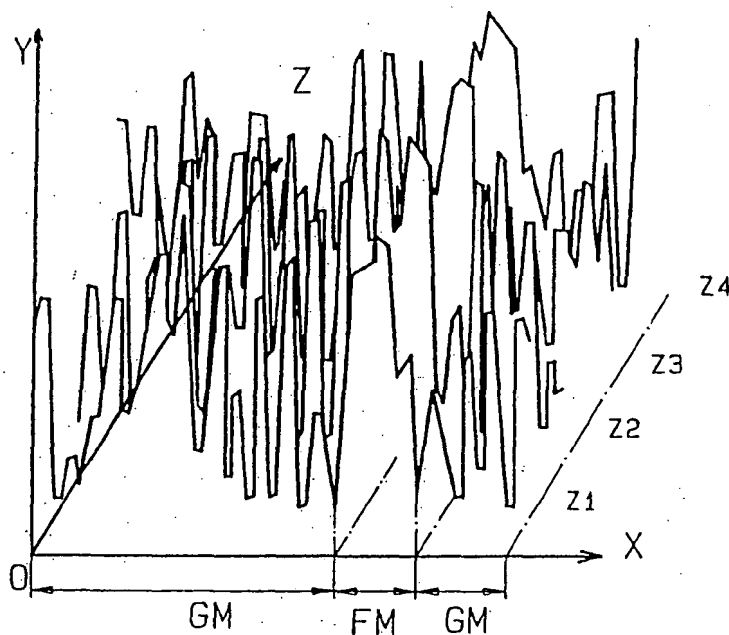


Fig. 2

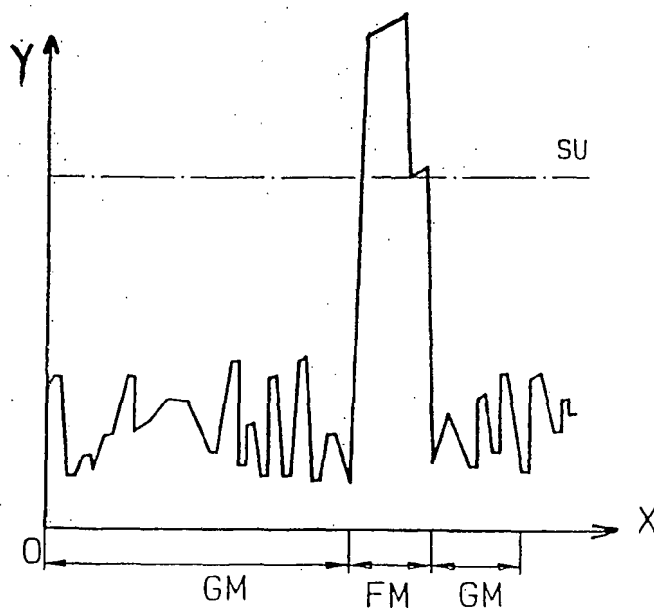


Fig. 3

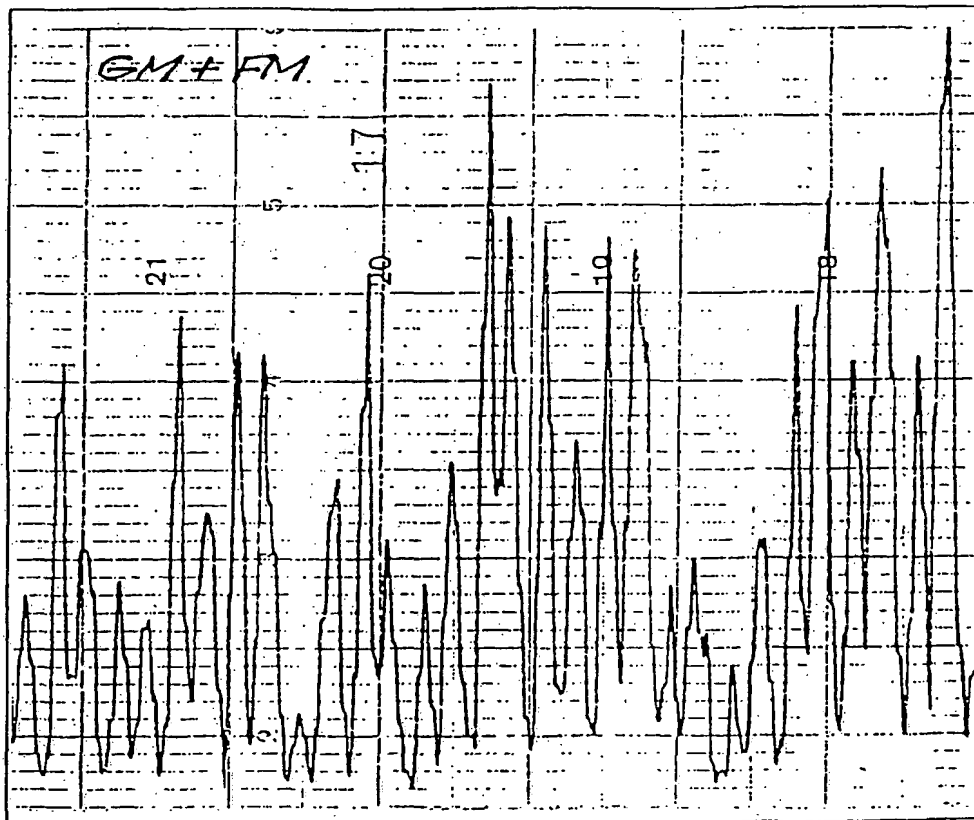
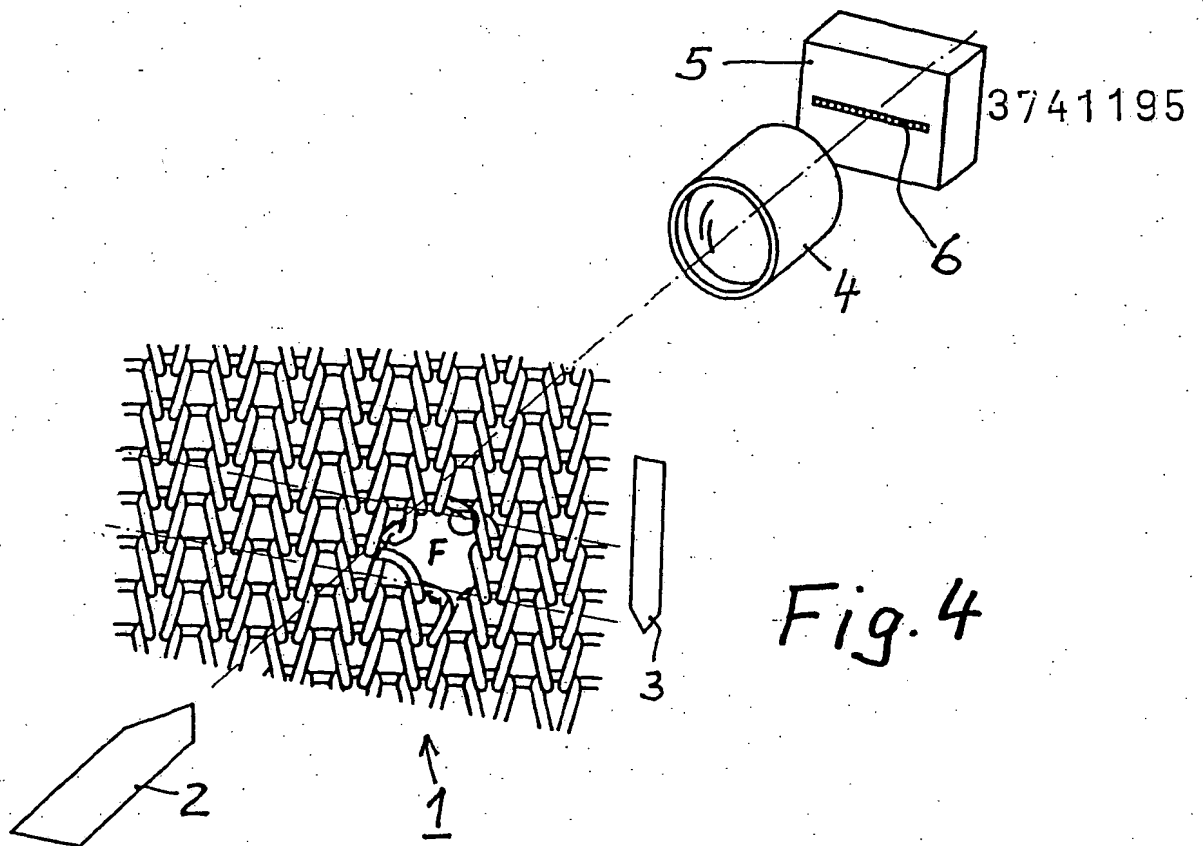


Fig. 5

01.10.87

3741195

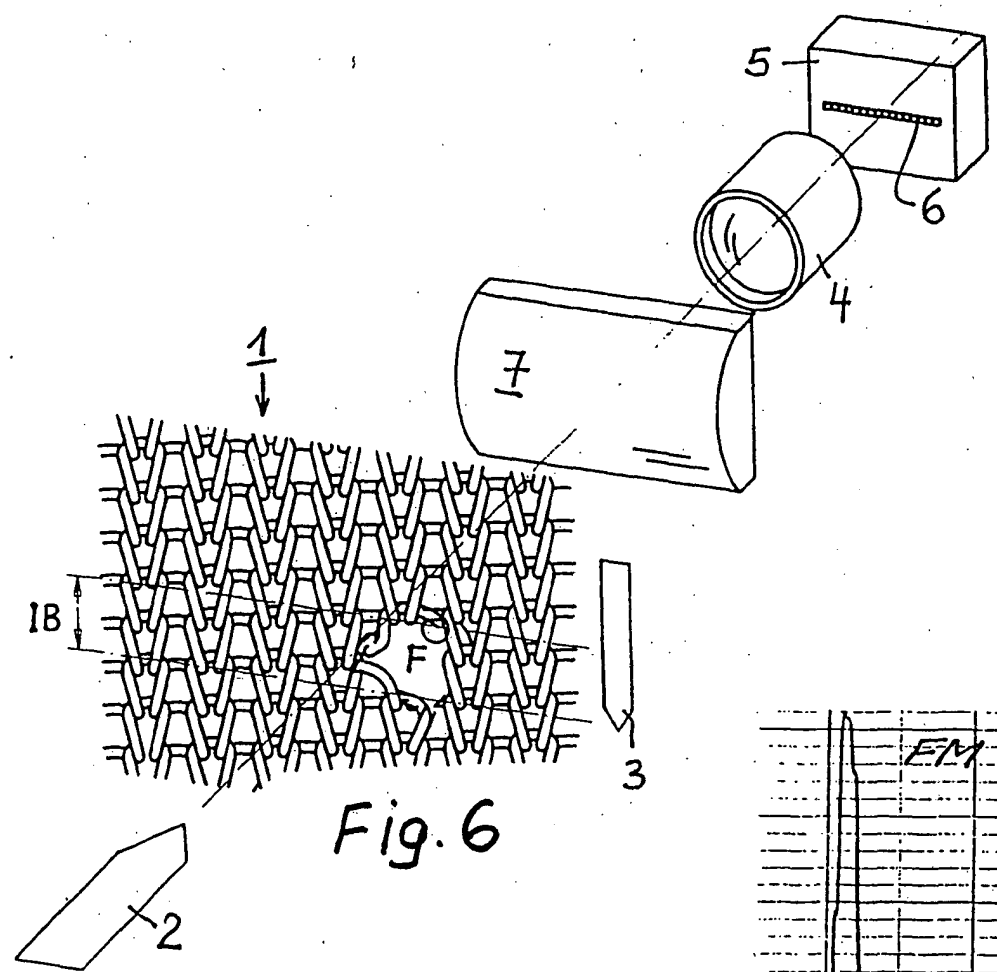


Fig. 6

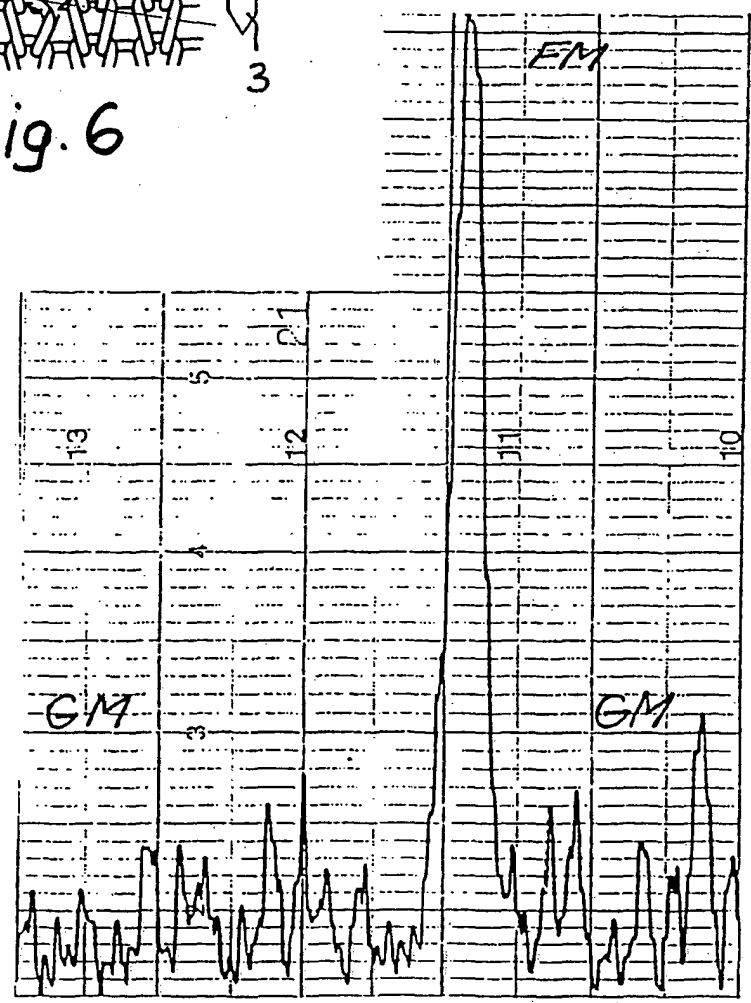


Fig. 7

3741195

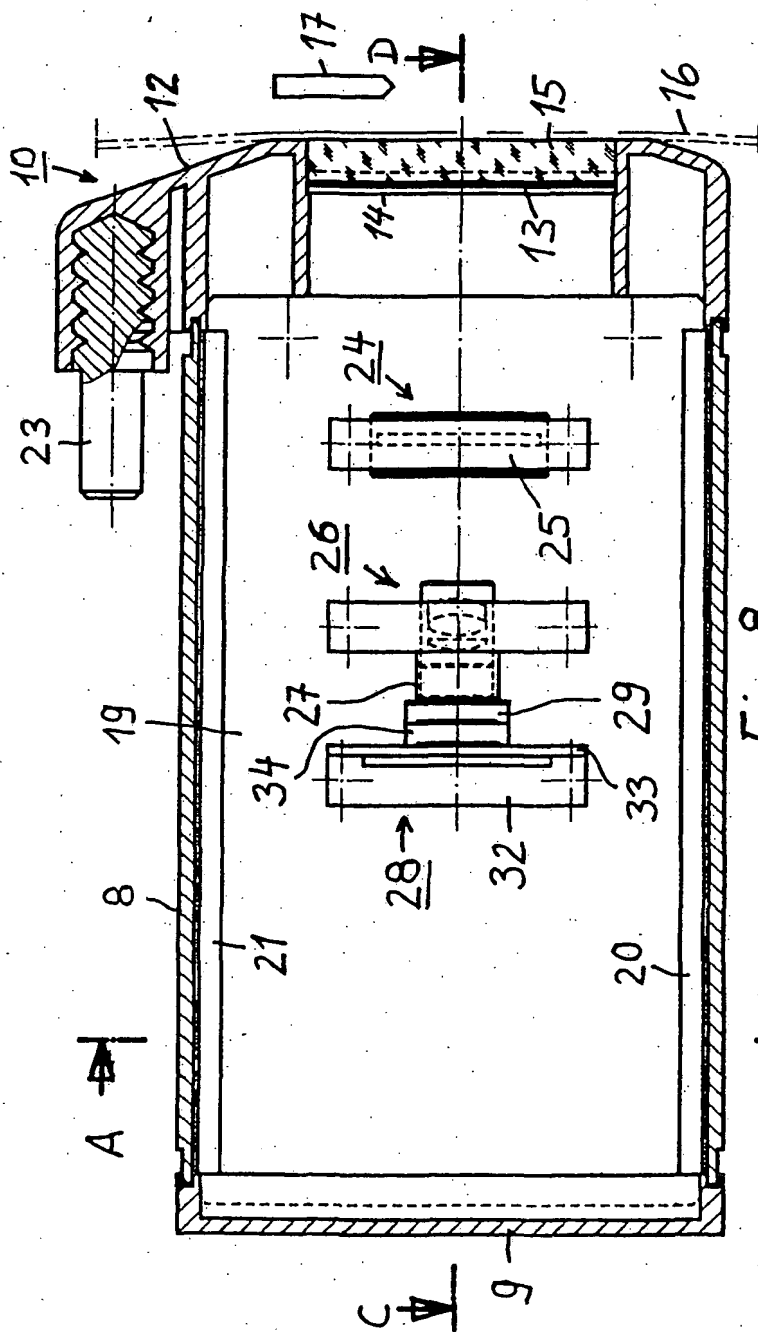


Fig. 10

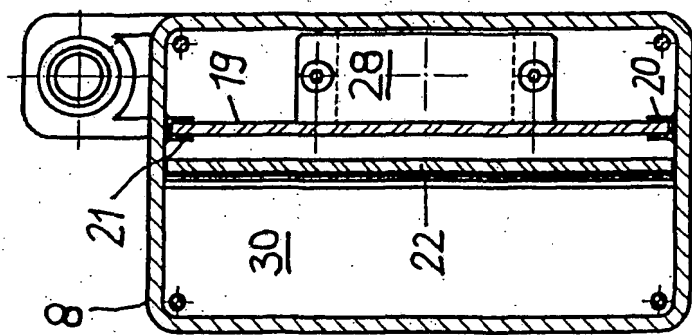
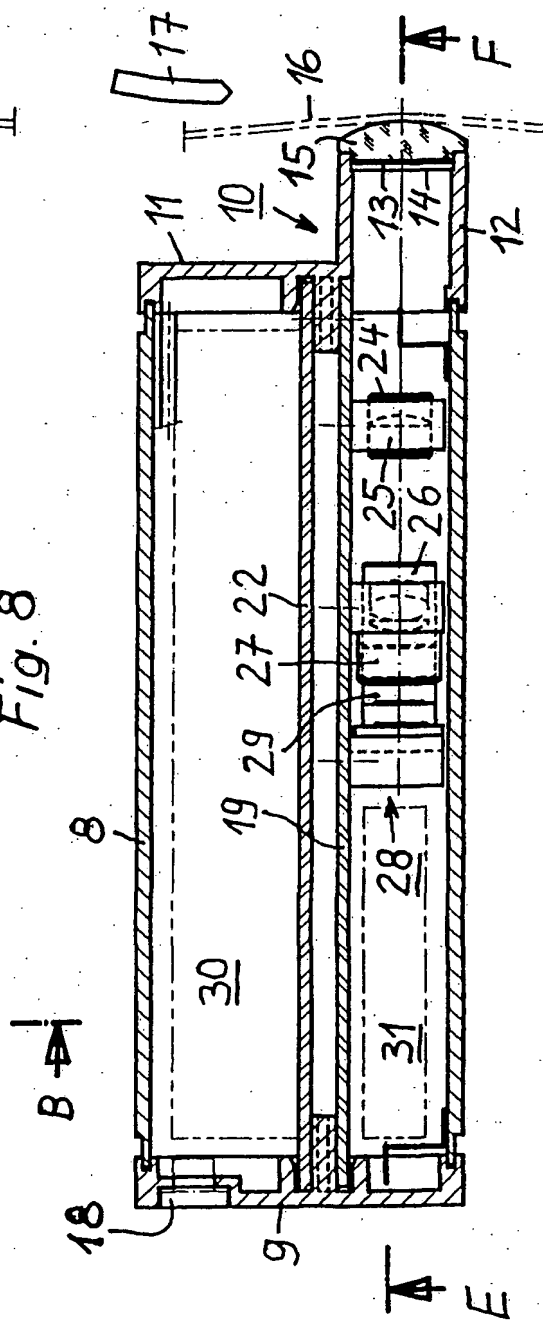
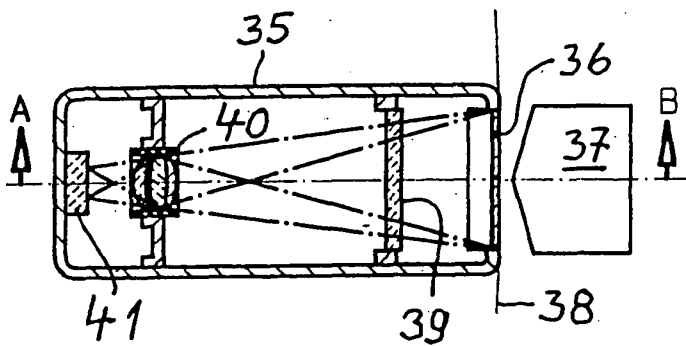


Fig. 9





3741195

Fig. 11

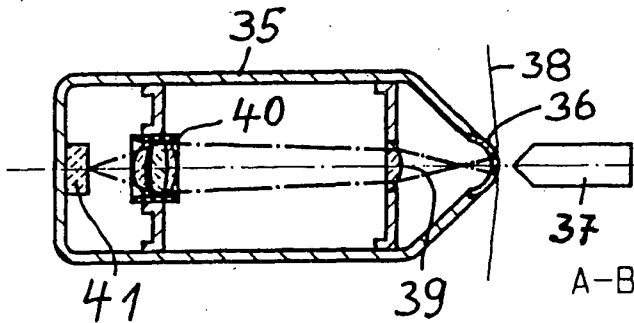


Fig. 12

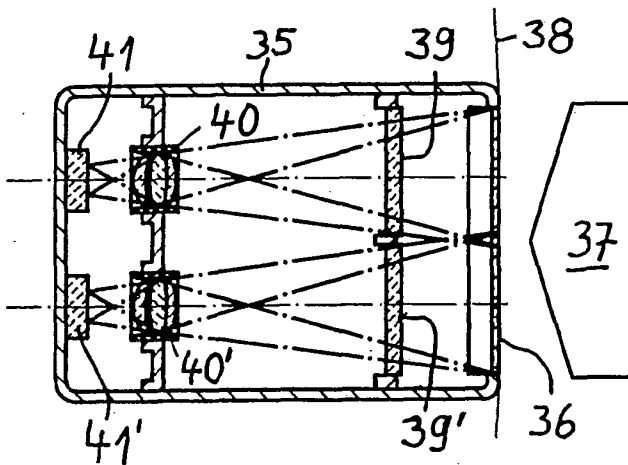


Fig. 13

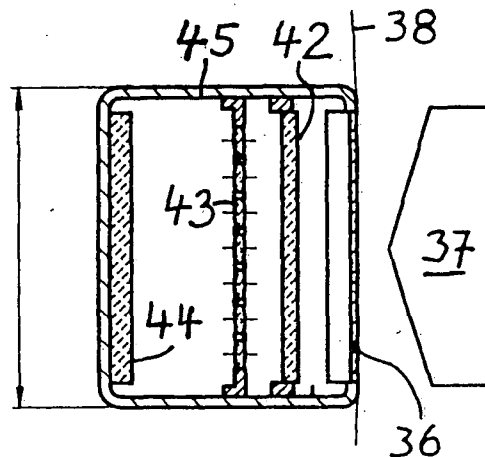


Fig. 14